

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

AB

(11)Publication number : 2001-217783

(43)Date of publication of application : 10.08.2001

(51)Int.Cl.

H04B 10/20

H04J 14/00

H04J 14/02

H04B 10/00

H04L 12/44

(21)Application number : 2000-028937

(71)Applicant : OKI ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 01.02.2000

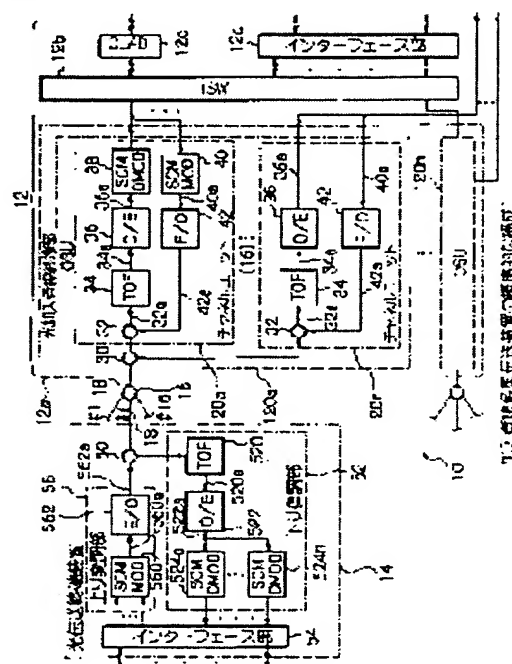
(72)Inventor : SHIMOKOSHI KIYOSHI

## (54) OPTICAL TRANSMISSION SYSTEM AND MULTIPLEX TRANSMITTING METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an optical transmission system and a multiplex transmitting method, with which terminal stations can be greatly increased while enabling the discrimination of terminal stations even in the simultaneous connection without damaging the access speed of information on each of channels.

SOLUTION: A subscriber line multiplex transmitter 10 performs modulation with a signal supplied upward by an ONU 14, FDM multiplexing is applied to this modulated signal, the multiplexed signal is supplied to an optical star coupler 16 as an up optical signal, WDM multiplexing is applied to the up optical signals of deferent wavelengths supplied from the other plural ONUs, and these signals are supplied to an OLT 12. The OLT 12 performs modulation with a signal supplied downward, FDM multiplexing is applied to this modulated signal, down optical signals are supplied to an optical star coupler 30 as multiplexed signals of different wavelengths, WDM multiplexing is applied to the down optical signal, this signal is supplied to each of ONU after being branched to respective routes by the optical star coupler 16, and the signal is decoupled/demodulated by an ONU 14, for example, as a procedure opposite to multiplexing.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-217783

(P2001-217783A)

(43) 公開日 平成13年8月10日 (2001.8.10)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード (参考)
H 0 4 B 10/20		H 0 4 B 9/00	N 5 K 0 0 2
H 0 4 J 14/00			E 5 K 0 3 3
14/02			C
H 0 4 B 10/00		H 0 4 L 11/00	3 4 0
H 0 4 L 12/44			

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2000-28937(P2000-28937)

(22) 出願日 平成12年2月1日 (2000.2.1)

(71) 出願人 000000295

沖電気工業株式会社

東京都港区虎ノ門1丁目7番12号

(72) 発明者 霜越 潔

東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気  
工業株式会社内

(74) 代理人 100079991

弁理士 香取 孝雄

Fターム (参考) 5K002 AA02 AA04 DA02 DA04 DA12

FA01 GA01

5K033 AA01 BA15 CA17 DA06 DA15

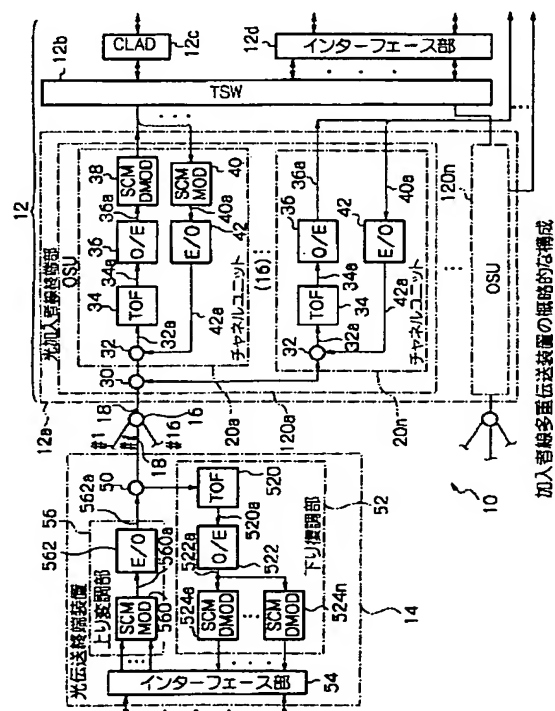
DB02 DB05 DB09 DB17 DB22

## (54) 【発明の名称】 光伝送システムおよび多重伝送方法

## (57) 【要約】

【課題】 各チャネルにおける情報のアクセス速度を損なわず、同時接続しても端局の区別を可能にし端局の大幅な増加が行える光伝送システムおよび多重伝送方法の提供。

【解決手段】 加入者線多重伝送装置10は、ONU 14で上り方向に供給する信号で変調し、この変調信号がFDM 多重され、多重化した信号を上り光信号として光スターカプラ16に供給し、複数の他のONU から供給されるそれぞれ異なる波長の上り光信号をWDM 多重し、OLT 12に供給する。OLT 12では下り方向に供給する信号で変調し、この変調信号がFDM 多重され、多重化したそれぞれ異なる波長の信号として下り光信号を光スターカプラ30に供給して下り光信号のWDM 多重を行い、光スターカプラ16による各経路へ分岐させて各ONU に供給し、たとえばONU14で多重化に対する逆手順として信号の分離・復調を行っている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ユーザ側に配した光伝送終端装置と光加入者線終端装置との間に光信号を分岐させる第 1 の光受動素子を配した光アクセス網を介して双方向の通信を行う光伝送システムにおいて、

前記光伝送終端装置は、

前記光伝送終端装置側からの情報として上り方向の信号を変調して得られる上り信号を指定した波長の上り光信号に変換する上り信号変換手段と、

前記上り光信号と異なる波長で前記光加入者線終端装置から供給される下り光信号と前記上り光信号とを所定の方向に供給する第 2 の光受動素子と、

前記下り光信号が含む波長のうち、所定の波長の下り光信号を選択的に透過させ、透過した下り光信号を下り電気信号に戻し、該下り電気信号が含む周波数すべてを対応するチャンネルにふたたび分割して下り方向の複数のチャンネル信号に復調させる下り復調手段とを含み、

前記第 1 の光受動素子は、前記光伝送終端装置から供給されるそれぞれ異なる波長の上り光信号を合波し、かつ前記光加入者線終端装置から供給される合波したままの下り光信号を複数の経路に分岐させ、

前記光加入者線終端装置は、

供給される合波した上り光信号および他のチャンネルの下り光信号とも互いに異なる波長の下り光信号と前記合波した上り光信号とをそれぞれの所定の方向に供給し、前記合波した上り光信号のうち、所定の波長の上り光信号を選択的に透過させ、該透過した上り光信号を上り電気信号に戻し、該上り電気信号が含む複数の周波数すべてを復調するとともに、前記光加入者線終端装置側からの情報として下り方向の信号を変調して得られる下り信号を、前記合波した上り光信号および前記他のチャンネルの下り光信号とも互いに異なる波長の下り光信号に変換させる複数のチャンネル送受信手段を含む光加入者線終端手段と、

前記第 1 の光受動素子から供給される合波した上り光信号のまま各チャンネル送受信手段に分岐するとともに、各チャンネル送受信手段から供給される互いに異なる波長の下り光信号を合波する第 3 の光受動素子とを含むことを特徴とする光伝送システム。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の光伝送システムにおいて、前記光加入者線終端装置は、前記光加入者線終端手段をさらに複数含むことを特徴とする光伝送システム。

【請求項 3】 請求項 1 に記載の光伝送システムにおいて、前記上り信号変換手段は、前記上り方向の信号に変調を施し、該変調した信号を出力する上り変調手段と、該変調した上り信号を指定した波長の上り光信号に変換する上り光変換手段とを含むことを特徴とする光伝送システム。

【請求項 4】 請求項 3 に記載の光伝送システムにおいて、前記変調はサブキャリア変調であることを特徴とす

る光伝送システム。

【請求項 5】 請求項 1 に記載の光伝送システムにおいて、前記下り復調手段は、前記下り光信号が含む波長のうち、所定の波長の透過を選択的に行わせる下り光学フィルタ手段と、

該下り光学フィルタ手段を透過した下り光信号を前記下り電気信号に戻す下り電気変換手段と、

該下り信号が含む周波数すべてを対応する下り方向の複数のチャンネル信号に復調させる少なくとも一つの下りチャンネル復調手段とを含むことを特徴とする光伝送システム。

【請求項 6】 請求項 5 に記載の光伝送システムにおいて、前記下り光学フィルタ手段は、透過させる波長の調節が可能なことを特徴とする光伝送システム。

【請求項 7】 請求項 1 に記載の光伝送システムにおいて、前記チャンネル送受信手段は、前記合波した上り光信号および他の下り光信号の波長と互いに異なる波長の下り光信号と前記合波した上り光信号とをそれぞれの所定の方向に供給させる第 4 の光受動素子と、

前記合波した上り光信号のうち、所定の波長を選択的に透過させる上り光学フィルタ手段と、

該上り光学フィルタ手段を透過した上り光信号を前記上り電気信号に変換する上り電気変換手段と、

該上り信号が含む複数の周波数すべてを復調する上りチャンネル復調手段と、

前記光加入者線終端装置側からの情報として下り方向の信号を変調し、該変調した信号を下り信号を出力する下り変調手段と、

前記合波した上り光信号および他のチャンネルの下り光信号と互いに異なる波長の下り光信号に変換させる下り光変換手段とを含むことを特徴とする光伝送システム。

【請求項 8】 請求項 7 に記載の光伝送システムにおいて、前記変調はサブキャリア変調であることを特徴とする光伝送システム。

【請求項 9】 請求項 6 に記載の光伝送システムにおいて、前記上り光学フィルタ手段は、透過させる波長の調節が可能なことを特徴とする光伝送システム。

【請求項 10】 各チャンネルに対応した情報としての複数の下り信号を変調して得られる周波数多重化した信号を光信号に変換してユーザ側に送る下り光信号の送出工程と、

生成された互いに異なる波長の光信号を合波し、下り方向の光多重化信号を生成する下り光多重化工程と、

該下り方向の光多重化信号を分岐する下り分岐工程と、分岐を経て供給された下り方向の光多重化信号から各波長に対応して選択し、一波長の光信号に分離する下り波長選択工程と、

該光信号を下り電気信号に変換する下り電気変換工程と、

該下り電気信号が含む周波数をそれぞれのチャンネルに対

応して復調を行う下りチャンネル復調工程と、  
前記ユーザ側からの情報として複数の上り信号で変調して得られる上り信号を光信号に変換して情報をまとめる上位側に送る上り光信号の送出工程と、  
生成された互いに異なる波長の光信号を合波し、上り方向の光多重化信号を生成する上り光多重化工程と、  
該上り方向の光多重化信号を各チャンネル用に分岐する上り分岐工程と、  
分岐を経て供給された上り方向の光多重化信号から各波長に対応して選択し、一波長の光信号に分離する上り波長選択工程と、  
該光信号を上り電気信号に変換する上り電気変換工程と、  
該上り信号が含む周波数をそれぞれのチャンネルに対応して復調を行う上りチャンネル復調工程とを含むことを特徴とする多重伝送方法。

#### 【発明の詳細な説明】

#### 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光伝送システムおよび多重伝送方法に関し、特に、パッシブダブルスター型の光アクセス網における伝送システムに適用し、さらにこの伝送システムによる、たとえばインターネット接続やCATVによる情報伝送の各種の形態の伝送等を行う上で好適なものである。

#### 【0002】

【従来の技術】最近、情報の高度な利用を目的とした、たとえば、インターネット等の通信を高速に行うサービス需要の増加やこれまで回線網に使用してきたメタリックケーブルの老朽化にともなう回線網の基盤整備により回線網の光ファイバ化が進められてきている。この光ファイバ化は、費用および需要の面を考慮して段階的に進められている。

【0003】まず、第1の段階が家庭近くの道の縁石（カーブ）付近まで光ファイバケーブルの基線点や配線点を敷設するFTTC（Fiber To The Curb）である。第2の段階が、ユーザの需要に応じてユーザ宅までの加入者線も光ファイバケーブルで敷設するFTTH（Fiber To The Home）である。これから、第1段階の基盤整備が行われていれば、ユーザの要求に応じた第2段階の敷設には即応することができる。

【0004】日本電信電話株式会社（NTT）は、FTTHを行う際に複数のユーザが共有できるようにし、この結果1ユーザの負担コストが軽減できるように光加入者系システムを開発してきた。このシステムを、パシシステムと呼ぶ。このシステムで要求のあったユーザ宅のユーザ端末（DSU：Digital Service Unit）まで光ファイバケーブルを敷設する場合、NTTは主にFTTHの構築にパッシブダブルスター（Passive Double Star：以下、PDSという）型のアクセス網を用いてきた。

【0005】PDSとは、局内に設けたスター構造および

局内からの回線途中に分岐装置を配置すること（ダブルスター）と、この分岐装置に光ファイバを分岐するだけの、受動的な、たとえば、スターカプラを用いていることに因んでいる。この型を利用した信号伝送技術には、従来から行われている同期転送モード（STM：Synchronous Transfer Mode）-PDS、非同期転送モード（ATM：Asynchronous Transfer Mode）-PON（Passive Optical Network）等が提案されている。

【0006】前者に関する信号伝送技術には、たとえば特開平11-17658号公報に記載された光伝送システムおよびWDM-PDS光伝送システム等がある。特開平11-17658号公報に記載の光伝送システムは、STM-PDSに波長分割多重（WDM：Wavelength Division Multiplexing）を併用し、WDMを行う際に任意の温度状況に応じて変化するチャンネルドリフト量を、ドリフト監視装置での監視時に光フィルタで監視光を遮断してこの量を推定して制御することにより、チャンネルドリフトの識別・補償を行えるようにしている。

【0007】また、後者に関する信号伝送技術には、上述した例に限定されるものでなく、たとえば、N. Terada et al., "Field Trials of MPEG-2 based CATV and VOD System using ATM-PON Access Networks", ISSLS=98, pp.153-159, March 1998もある。この報告によるATM-PONシステムでは、PDS方式の光加入者線路上において、上り・下り方向で異なる光波長を割り当てることで多重分離を可能にし、さらに上り方向にはポーリングによる競合制御方式を用い、かつ下り方向にはONUすべてに放送選択形式で信号伝送して、光終端装置（以下、ONUという）-光加入者線終端装置（以下、OLUという）間でのATMセル多重伝送を実現させている。

【0008】さらに、その他の例としては特開平9-238123号公報に記載の光通信装置等がある。この光通信装置は、光/電気変換器の最大同時受光波数より多い数の端局が接続されている場合、 $n$ 個の端局に副搬送波信号の変調を受けた光強度変調光を連続発光させる機能に加えて、被伝送信号を副搬送波信号と異なる周波数の時分割多重用副搬送波に変調して変調した光をパルス発光させる機能を有し、このパルス発光を設定した時分割多重システムのタイムスロットに従って行わせることにより、接続された端局から同時受信が行われるようにしている。換言すると、この光通信装置は、PDS構成においてRF帯の変調されたアナログまたはデジタル信号をサブキャリアとしてFDM多重（Frequency Division Multiplexing）する方式のSCM多重（Sub-Carrier Multiplexing）を用い、同時受光可能数  $m$  ( $m < n$ ) とした場合、たとえば端局  $(m-2)$  に対して施し、かつ残る端局  $(n-(m-2))$  に対してパルス発光を時分割多重（TDMA：Time Division Multiple Access）のタイムスロット内のデータに応じて行わせる機能を併用したSCM-PDSシステムである。結果として同時受光可能数を越えないようにし、伝送品質

を維持しながら、 $n$  個の端局から信号を受信している。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】ところで、たとえば、N. Terada et al. の信号伝送技術が示すようにPDS 方式を適用し、PDS インターフェースの1回線あたり同時接続可能な端末装置の数に着目してみると、この端末装置の数は、スターカプラの最大分岐可能数になることがわかる。したがって、端末装置の総数は、OLU が保有する回線数とスターカプラの最大分岐可能数との積になる。また、光伝送システムにおける信号の伝送帯域は、規定した情報伝送速度を均等にスターカプラの最大分岐可能数で分割して表される。この伝送帯域が、一つのONU の使用可能帯域である。たとえば、情報伝送速度 150Mb/s、最大分岐数16の場合、使用可能帯域は9.3Mb/s になる。

【0010】一方、インターネットサービスにおいてストレスのない情報の送受信を行うには、より高速なアクセス速度で行うことが望まれる。しかしながら、常時接続型高速インターネットサービスの提供として1ユーザあたりの保証するアクセス速度を規定すると、同時接続可能な端末装置の数はこの条件を考慮することにより最大分岐可能数よりも小さな数になる場合がある。たとえば、1Mb/sにした場合、ONU あたりの同時接続可能数はユーザ数9に限定される。このアクセス速度を抑えて256kb/s にした場合でも同時接続可能数はユーザ数35程度にしかない。

【0011】この同時接続可能なユーザ数はONU を共有する数を表すことから、この数はアクセス回線の1ユーザ利用料金を決める重要なファクタである。この数が多いほどユーザの利用料金が低減されることは明らかである。しかしながら、前述したATM-PON 方式が示すようにユーザ数を大幅に増やすことはできない。これは、光伝送システムにおける、たとえば常時接続型高速インターネットサービスを利用料金の廉価を妨げ、さらにこの光伝送システム普及をも妨げる一因になってしまう。相反する高速なアクセス速度および利用料金の低価格化の両立は難しい。この問題は、ATM-PON 方式だけに限って生じる問題でなく、これまで挙げてきた信号伝送技術の他の方式を適用しても容易に解消できない。

【0012】本発明はこのような従来技術の欠点を解消し、各チャンネルにおける情報のアクセス速度を損なうことなく、同時接続しても端局の区別を可能にして端局を大幅に増加させることのできる光伝送システムおよび多重伝送方法を提供することを目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】本発明は上述の課題を解決するために、ユーザ側に配した光伝送終端装置と光加入者線終端装置との間に光信号を分岐させる第1の光受動素子を配した光アクセス網を介して双方向の通信を行う光伝送システムにおいて、光伝送終端装置は、光伝送

終端装置側からの情報として上り方向の信号を変調して得られる上り信号を指定した波長の上り光信号に変換する上り信号変換手段と、上り光信号と異なる波長で光加入者線終端装置から供給される下り光信号と上り光信号とを所定の方向に供給する第2の光受動素子と、下り光信号が含む波長のうち、所定の波長の下り光信号を選択的に透過させ、透過した下り光信号を下り電気信号に戻し、この下り電気信号が含む周波数すべてを対応するチャンネルにふたたび分割して下り方向の複数のチャンネル信号に復調させる下り復調手段とを含み、第1の光受動素子は、光伝送終端装置から供給されるそれぞれ異なる波長の上り光信号を合波し、かつ光加入者線終端装置から供給される合波したままの下り光信号を複数の経路に分岐させ、光加入者線終端装置は、供給される合波した上り光信号および他のチャンネルの下り光信号とも互いに異なる波長の下り光信号と合波した上り光信号とをそれぞれの所定の方向に供給し、合波した上り光信号のうち、所定の波長の上り光信号を選択的に透過させ、この透過した上り光信号を上り電気信号に戻し、この上り電気信号が含む複数の周波数すべてを復調するとともに、光加入者線終端装置側からの情報として下り方向の信号を変調して得られる下り信号を、合波した上り光信号および他のチャンネルの下り光信号とも互いに異なる波長の下り光信号に変換させる複数のチャンネル送受信手段を含む光加入者線終端手段と、第1の光受動素子から供給される合波した上り光信号のまま各チャンネル送受信手段に分岐するとともに、各チャンネル送受信手段から供給される互いに異なる波長の下り光信号を合波する第3の光受動素子とを含むことを特徴とする。

【0014】本発明の光伝送システムは、光伝送終端装置で上り方向に供給する信号を変調し、この変調信号により周波数分割多重化が行われ、多重化した信号を上り光信号を第1の光受動素子に第2の光受動素子を介して供給し、この素子において複数の光伝送終端装置から供給されるそれぞれの異なる波長の上り光信号を合波することにより波長分割多重され、光加入者終端装置に供給する。光加入者終端装置では下り方向に供給する信号を変調し、この変調信号により周波数分割多重化が行われ、多重化したそれぞれの異なる波長の信号を下り光信号を第3の光受動素子に供給して下り光信号の波長多重され、第1の光受動素子による各経路へ合波した下り光信号を分岐させて各光伝送終端装置に供給し、各装置で前述した変調による周波数多重化および波長多重化に対する逆手順として信号への分離処理・復調が行われることにより、チャンネル速度および接続可能なチャンネル数を大幅に増加させユーザ一人分の負担を軽減させる。

【0015】また、本発明は上述の課題を解決するために、各チャンネルに対応した情報としての複数の下り信号を変調して得られる周波数多重化した信号を光信号に変換してユーザ側に送る下り光信号の送出工程と、生成さ

れた互いに異なる波長の光信号を合波し、下り方向の光多重化信号を生成する下り光多重化工程と、この下り方向の光多重化信号を分岐する下り分岐工程と、分岐を経て供給された下り方向の光多重化信号から各波長に対応して選択し、一波長の光信号に分離する下り波長選択工程と、この光信号を下り電気信号に変換する下り電気変換工程と、この下り電気信号が含む周波数をそれぞれのチャンネルに対応して復調を行う下りチャンネル復調工程と、ユーザ側からの情報として複数の上り信号で変調して得られる上り信号を光信号に変換して情報をまとめる上位側に送る上り光信号の送出工程と、生成された互いに異なる波長の光信号を合波し、上り方向の光多重化信号を生成する上り光多重化工程と、この上り方向の光多重化信号を各チャンネル用に分岐する上り分岐工程と、分岐を経て供給された上り方向の光多重化信号から各波長に対応して選択し、一波長の光信号に分離する上り波長選択工程と、この光信号を上り電気信号に変換する上り電気変換工程と、この上り信号が含む周波数をそれぞれのチャンネルに対応して復調を行う上りチャンネル復調工程とを含むことを特徴とする。

【0016】本発明の多重伝送方法は、下り方向の信号供給において、各チャンネルに対応した情報としての複数の下り信号を変調してこれら下り信号を周波数分割多重化され、多重化した信号を光信号に変換してユーザ側に送る下り光信号を送出し、それぞれ互いに異なる波長の光信号を合波することで波長多重化され、また、上り方向の信号供給においてはユーザ側からの情報としての複数の上り信号を変調して周波数分割多重化され、この多重化した信号を光信号に変換して情報をまとめる上位側に送る上り光信号を送出し、それぞれ生成された互いに異なる波長の光信号を合波して波長多重化されて、上り・下りでそれぞれ行う周波数多重・波長多重に対する逆手順の信号処理として信号の分離・復調を行うことにより、従来に比べて上り・下り方向のチャンネル速度および接続可能なチャンネル数を大幅に増加させユーザー一人分の負担を軽減させることができる。

#### 【0017】

【発明の実施の形態】次に添付図面を参照して本発明による光伝送システムの一実施例を詳細に説明する。

【0018】本発明の光伝送システムは、複数のユーザ側に配した光伝送終端装置と光加入者線終端装置との間に光信号を分岐させる第1の光受動素子を配した光アクセス網を介して双方向の通信を行う、たとえばパッシブダブルスター方式の光伝送システムに用いて好適であり、このシステムは、光伝送終端装置の信号変換部ではユーザ側からの情報を担う上り方向の信号で変調、周波数分割多重、および指定した波長の光変換を行って上り光信号を第1の光スターカプラに第2の光スターカプラを介して供給する。第1のスターカプラでは、複数の光伝送終端装置から供給される上り光信号を合波すること

で波長多重化し、光加入者線終端装置に供給する。また、光加入者線終端装置の各チャンネル送受信部では光加入者線終端装置側の情報としての下り方向の信号を変調することで周波数分割多重化され、合波した上り光信号および他の下り光信号と互いに異なる波長で光変換を行って第3の光スターカプラを介して第1のスターカプラに供給する。第1のスターカプラでは、合波した下り光信号をそのまま各経路に分岐させ、各光伝送終端装置に供給する。これから明らかなように変調・各波長の光の合波という周波数分割多重および波長分割多重を組み合わせた基本的な構成を用い、さらにこの構成を複数用いることにより、伝送速度およびチャンネル数を格段に向上させることに特徴がある。各装置では供給された光信号にそれぞれの多重化に対する逆手順処理および復調が施されることは言うまでもない。

【0019】本発明の光伝送システムを適用した加入者線多重伝送装置10について説明する。加入者線多重伝送装置10には、図1に示すように、基本的に光加入者線終端装置 (Optical Line Terminal : 以下、OLT という)

12、光終端装置 (Optical Network Unit : 以下、ONU という) 14、および光スターカプラ16が備えられている。さらに各部を説明する。

【0020】OLT 12には、複数の光加入者線装置 (Optical Subscriber Unit : 以下、OSUという) を備えた光加入者線終端部12a、時分割スイッチ (Time Switch : 以下、TSW という) 12b、セル組立/分解部 (Cell Assembly/Disassembly : 以下、CLADという) 12c およびインターフェース部12d が含まれている。

【0021】光加入者線終端部12aは複数のOSU 120a～120nを有している。光加入者線終端部12aに保有するOSUは、システムの構成規模に応じてその数を自由に増減させて設けることができる。光加入者線終端部12aのうちの、たとえば、OSU 120aは、n個のチャンネルユニット20a～20nを有する。これらチャンネルユニットの数は光スターカプラ16が分岐する数に対応している。本実施例において、光スターカプラ16は、1本の光ファイバ18を16分岐させる機能を有している。したがって、上述したチャンネルユニット数nは16である。

【0022】また、光加入者線終端部12aには、光スターカプラ30が一つのOSUあたり一つ配している。光スターカプラ30は、後段でさらに述べるように、各チャンネルユニット20a～20nに上り光信号を分岐させるとともに、各チャンネルユニット20a～20nからの下り光信号を合波させる機能を担っている。各チャンネルユニット20a～20nはそれぞれ扱う上り光信号と下り光信号の波長が互いに異なっていることから、ここでの合波は波長分割多重を行うことに等しい機能を発揮することと同義である。したがって、本実施例でOSU 120aは上り・下りの光信号を扱うことから、32波の光を扱うことになる。

【0023】さらに、チャンネルユニット20a～20nの個



々について構成を説明する。ここで各チャンネルユニットの同じ構成部分には同じ参照符号を付している。チャンネルユニット20aは、たとえば、光スターカプラ32、光学フィルタ (Tunable Optical Filter: 以下、TOF という) 34、O/E 変換部36、SCM (Sub-Carrier Multiplexing の略) 復調部38、SCM 変調部40およびE/O 変換部42を有している。

【0024】なお、当然のことではあるが、光信号を扱う各部の間が光ファイバケーブルで接続されていることは言うまでもない。

【0025】光スターカプラ32は、チャンネルユニット20aにおける上り光信号32aと下り光信号42aの両方を扱う方向結合機能を有する光受動素子である。この機能が示すように、光スターカプラ32は、光スターカプラ30からの16波の波長を含む上り光信号32aをTOF 34にそのまま出す。また、光スターカプラ32は、E/O 変換部42からチャンネルユニット20aが割り当てられた一つの波長の下り光信号42aを光スターカプラ30に送出する。光スターカプラ30は、各チャンネルユニットとの双方向の光信号を送受するためのノードに対応している。

【0026】TOF 34は、本実施例の16波のなかから1波の上り光信号34aを選択的に透過させるフィルタである。TOF 34は、チャンネルユニット20a~20nの各ユニット毎に異なる一波長を透過させるようにするとよい。各ユニットでこのような透過光を得るようにするため、TOF 34は、透過波長を調節可能なフィルタを用いるとよい。チャンネルユニット固有のフィルタを用いる場合に比べて設計の自由度を高めることができる。

【0027】なお、ここで用いる光学フィルタはTOF 34に限定せず、波長分離ができればよいことから、固定波長の光学フィルタを用いてもよい。この光学フィルタは、TOF に比べてはるかに安価で、コスト低減に寄与させることができる。

【0028】O/E 変換部36は、TOF 34を介して選択された上り光信号34aを光の強さまたは強度に応じた電気信号に変換する受光素子PD (図示せず) を有している。電気信号は、最初、光の強さに応じた電流を発生させた後、この電流を電圧に変換して出力する。O/E 変換部36は、変換した電気信号36aをSCM 復調部38に出力する。また、受光素子PDには、受光感度の高さおよび増倍率の

高い点を考慮してアバランシェフォトダイオードを用いるようにしてもよい。

【0029】SCM 復調部38は、上り信号の供給元におけるSCM 多重時に複数のチャンネルの信号36aがサブキャリアとして周波数分割多重 (FDM: Frequency Division Multiplexing) されているので、この信号36aを分離した後、それぞれに分離した信号のすべて (すなわち、全チャンネル) に復調処理を施す機能を有している。復調処理は、信号供給先で行われた、たとえば直交振幅変調

(QAM: Quadrature Amplitude Modulation) 等に対応

した復調が行われる。SCM 復調部38は、復調した全チャンネルの信号をデジタル信号に変換してチャンネルユニット20aから複数のデジタル信号38aをTSW 12bに出力する。上述した処理手順は、RF帯の変調されたアナログ信号が供給された場合を想定しているが、供給先でデジタル信号が取り扱われている場合、復調した信号がデジタル信号に対応しているので、そのまま出力させることが可能なことは言うまでもない。

【0030】SCM 変調部40は、TSW 12bから下り信号として、供給される複数のチャンネルのデジタル信号をサブキャリアとして変調し、かつ変調した信号にFDM 多重化を施す。この多重化をSCM 多重という。前述したように、変調は、たとえばQAM 変調等を用いている。SCM 変調部40は、SCM 多重した信号40aをE/O 変換部42に供給する。

【0031】E/O 変換部42は、SCM 多重信号40aを光信号に変換する。E/O 変換部42は、供給される信号の振幅レベルに応じた光強度変調を行う (アナログ光強度変調)。E/O 変換部42には、供給される信号に対する直接変調を行うLD (Laser Diode) が配されている。E/O 変換部42は、SCM 多重信号40aを他のユニットと異なる一つの波長の光42aを発生させて光スターカプラ32に供給される。発光波長は後述する上り光信号の16波と異なる16波の一つが割り当てられた波長である。この波長を選択的に安定な発光を行えるならば、E/O 変換部42は、送信波長を可変できるチューナブル光源を利用してもよい。後段で述べるE/O 変換部562においても言える。

【0032】チャンネルユニットの構成は、上述したチャンネルユニット20aに限定されるものでなく、チャンネルユニット20nのようにSCM 復調部38およびSCM 変調部40を含まない構成でもよい。このチャンネルユニット20nは、選択透過した1波の上り光信号をSCM 多重したままに映像配信側へ送出し、映像配信側からの信号を下り信号としてE/O 変換部42で1波の下り光信号に変換して出力する。このような映像配信側の機器には、たとえば、図2に示すビデオサーバ400がある。ビデオサーバ400は、CATV会社等に配設されている。ビデオサーバ400が、SCM 復調部38およびSCM 変調部40に相当する機能部を有していると、交換機等を介することなく双方向伝送することができる。

【0033】ところで、一般のCATVシステムでも加入者線多重伝送装置10のようにQAM 変調等を行って信号の周波数分割多重を行うSCM 多重伝送技術を用いられている。同じ伝送技術を用いていることから、加入者線多重伝送装置10は、CATVシステムと親和性が高い。これにより、上述したチャンネルユニット20nのようにデジタル交換機等を経由せずに直接映像配信側からのチャンネル毎の信号を波長多重してPDS方式のインターフェース部に送出させることが可能になる。

【0034】TSW 12bは、たとえば、多重化された複数

のチャンネルがタイムスロットで供給される際にそのタイムスロットの時間的な位置の入換えを行う機能を有する。TSW 12b は、通話メモリ、データ書込み制御部、およびデータ読出し制御部を備えている。

【0035】CLAD 12cは、ATM セルのフォーマットに組立／分解する機能を有する。一般に、既存のネットワークとATM ネットワークの境界に配設される。CLAD 12cは、図2のATM (Asynchronous Transfer Mode) 交換機100と接続して情報のやりとりを行う。

【0036】インターフェース部12dは、OLT 12の外部に配したそれぞれのサービス機器との接続の容易性を高めるようにその接続機器の仕様に基づいた信号の変換が可能ないように構成される。接続機器には、たとえば図2のビデオサーバ200やSTM (Synchronous Transfer Mode) 交換機300等がある。

【0037】OLT 12は、基本的なOSU 120aだけでなく、複数個のOSU 120nを含めると、扱えるチャンネル数をさらに増加させることができる。このように構成してOLT 12が扱えるチャンネル数を従来に比べて非常に多く増やしている。

【0038】PDS方式の特徴である加入者線多重伝送装置10の送受信装置間に設ける光スターカプラ16は、分岐・合波の機能を有する。この機能を有数ことから、PDSインターフェースともいう。光スターカプラ16は、本実施例においてOSU 120aの光スターカプラ30で合波した下り光信号(16波)を各分岐経路に分岐させ、後述する各ONUから互いに異なる波長の上り光信号(16波)を合波する。波長多重とは、波長の異なる光が干渉しない性質を用いて、個々のE/O変換部の光の波長を異ならせて発生させた光を合波して1本の光ケーブルで伝送することを意味している。光スターカプラ16は、OSU 120aのチャンネルユニットの数に合わせて記号#1～#16で表す16波を合波してまとまった下り光信号が各ONUに送る。また、光スターカプラ16は、上り光信号に対して互いに異なる16波の上り光信号を合波する。

【0039】次に分岐した16本の光ケーブルのうち、i番目の光ケーブルが接続するONU 14の構成を説明する。光終端装置 (ONU) 14には、一般的に、光スターカプラ50、下り復調部52、インターフェース部54および上り変調部56が含まれている。ONU14は、OLT 12のチャンネルユニット20aを構成する各部要素を備えている。それぞれの対応を示し、共通する機能については説明を省略する。

【0040】光スターカプラ50は、光スターカプラ32に対応する機能を有している。光スターカプラ50は、外部に出力する1波(波長： $\lambda_i$ )の上り光信号を光スターカプラ16に供給する。波長： $\lambda_i$ は、前述した16波の波長および他の15個のONU (図示せず)が出力する光の波長すべてと異ならせている。その一方、OSU 120aから光スターカプラ16を介して供給される下り光信号(16波)

を受光し、下り変調部52に送る。この結果から明らかにように、光ファイバ18には、32波の光信号が伝送される。

【0041】下り変調部52には、TOF 520、O/E変換部522、およびSCM復調部524a～524nが備えられている。TOF 520およびO/E変換部522は、それぞれTOF 34とO/E変換部36に対応している。TOF 520は、あらかじめ仕様に基づく16波のうちの1波だけを透過するように調整しておく。

【0042】O/E変換部522は、所定の波長の下り光信号520aを受光素子(図示せず)で受光して電気信号に変換する。O/E変換部522は、変換した電気信号522aをSCM復調部524a～524nに供給する。

【0043】SCM復調部524a～524nは、それぞれ、供給される複数のチャンネルがSCM多重化された電気信号522aから周波数を分離して復調する機能を備えている。ところで、光ファイバ18は光スターカプラ16で16分岐しかできない。しかしながら、1つの分岐に対応してSCM復調部524a～524nの数を、たとえばチャンネル数設けて各ユーザに対応させると、一つのONU 14に対して従来の対応可能数に比べてはるかに多数のユーザとの接続が可能になることがわかる。このとき、SCM多重した信号を分離し、それぞれに対応した、たとえばデジタルの復調信号を供給することから、チャンネル速度を、たとえば数10 Mb/s程度の速度にして供給させることができる。SCM復調部524a～524nは、それぞれ復調したデジタル信号をインターフェース部54に供給する。

【0044】また、本実施例ではSCM復調部524a～524nと複数配しているが、一つSCM復調部で全端末向け信号を復調し各端末に分配するようにしてもよい。装置構成の簡略化が可能になる。しかしながら、前述したようにSCM復調部524a～524nのように複数の復調部を配設すると、1つの復調部が故障しても、他のユーザへの影響を最小限に抑えることができる利点がある。

【0045】インターフェース部54は、これらのデジタル信号が、個々のユーザが扱う装置に適合した仕様の信号なるように調整する機能等を有している。また、ONUのSCM復調部もCATV側のQAM変調技術と合わせて動作させると、通信、CATV等の需要に応じた利用展開を図ることができるようになる。すなわち、インターフェース部54は、ユーザ側の装置から供給される信号を上り変調部56が扱い易いように調整も行っている。インターフェース部54の接続機器の例をいくつか示す(図2を参照)。インターフェース部54は、たとえば、ユーザ宅内装置のデジタル加入者線終端装置(DSU: Digital Service Unit) 500を介してパーソナルコンピュータ(PC) 502と接続可能である。また、インターフェース部54は、セットトップボックス(STB: Set-Top Box) 600を介してテレビジョンセット(TV) 602と接続させることを可能にしている。インターフェース部54は、DSU



700 を介してISDN端末装置 (I-TE: Integrated Service s Digital Network Terminal Equipment) 702 とも接続できる。

【0046】上り変調部56には、SCM 変調部560 および E/O 変換部562 が備えられている。これらの各部は、SCM 変調部40およびE/O 変換部42に対応している。ただし、E/O 変換部42は、前述した上り・下り光信号 (32 波) のうち、互いに波長が重複しない一つの波長を用いている。この波長の対応関係は、システム設計時にあらかじめ設定しておくといよい。

【0047】これに対して、たとえば従来のATM -PON による光伝送システムでは、上り方向の信号送出の際にアクセス競合が発生し、ポーリングによる調停制御等の制御を受けることになる。この制御のため、ユーザ端末からの送出信号には、ONU において送出の待機処理を受ける可能性が生じる。この待機時間は、送信帯域の保証を完全なものにできなくする大きな原因であった。

【0048】本実施例では、周波数領域においてSCM 多重を用いることで完全に分離したチャンネルが下り変調部 524a~524nの復調処理を経てユーザ端末毎に割り当てて 20 いる。この際に他のユーザからの信号送出の影響および競合待ちの発生等を受けることなく、情報または信号伝送を行うことができる。このことから、本システムを適用した加入者線多重伝送装置10は、完全に個々の信号の帯域が保証されたシステムにすることができる。

【0049】このように構成することにより、同時接続の大幅な増加に伴い1 ユーザあたりの負担を軽減するとともに、インターネットアクセス等の利用料金の低廉化が可能になり、新たなアクセス回線の整備等を行うことなく、早期のサービス導入も可能になる。

【0050】なお、本実施例では、光スターカブラを用途に応じて各部に個別に配備したが、N 分岐/N 多重のスターカブラを1 つないし2 つで実現させることもできる。また、光スターカブラによる光信号の合波・分岐や光ファイバの伝送および光コネクタの接続等によって光出力が損失する。この損失した光出力を補うために図1 には図示していないが光アンプを任意の位置に配設することが好ましい。位置としては、たとえば、光送信側のブースタアンプ、光受信側のプリアンプおよび/または 40 OLT 12-ONU 14 間に挿入するリピータ等がある。

【0051】本実施例で用いたSCM 変復調によるデジタル信号を伝送する上位プロトコルは、例示したSTM 信号を扱う場合に限定されず、ATM 信号やIPパケット等のいずれの信号を扱えるプロトコルを用いることもできる。

【0052】加入者線多重伝送装置10の小型化を行う上で使用する波長を上り・下りで各1 波長ずつとする2 波長の波長多重するシステム構成も可能である。ただし、この構成ではONU すべてで同じ波長を共有することから、チャンネルの競合が生じる。この点を考慮してSCM チ

ャネルの使用割当てをしなければならない。

【0053】次に加加入者線多重伝送装置10の動作を簡単に説明する。まず、上り方向の動作について信号波形を参照しながら説明する (図3)。OLT 12にPDS 収容されているONU 14 (#1番目) に接続されている端末装置 (#j 番目) から上り信号が送信される。また、他の端末装置 (#jを除く#1~#n) から上り信号がONU 14に供給される。

【0054】n 個の上り信号がONU 14の上り変調部56に 10 供給される。上り変調部56のSCM 変調部560 では、供給されるn 個の信号をサブキャリアとして用い、さらにFDM を施す (図3(a))。FDM の施された上り信号560aがE/O 変換部562 に供給される。上り変調部562 では供給される信号に応じてLD発光を行う。発光波長には  $\lambda_{2,i-1}$  ( $i=1 \sim 16$ ) の1 波長が設定される。この波長で発光した光を光スターカブラ50、光ファイバケーブル (# i) 18を介して光スターカブラ16に送られる (図3 (b))。光スターカブラ16では、他のONU で発光した残りの異なる波長の15波と波長  $\lambda_{2,i-1}$  の1 波を合波して光 20 スターカブラ30に送る。後述する波長多重された下り光信号 (16波) とが光ファイバケーブル18内を干渉なく、OLT 12に伝送される (図3(c))。

【0055】光スターカブラ32で合波した16波の光信号がOSU 120aの各チャンネルユニット20a ~20n に分岐される。各チャンネルユニットでは、チャンネルユニットがあらかじめ設定された波長の光信号を選択する。チャンネルユニット20a の場合、TOF 34が選択の役割を担い、波長分離して所定の波長 (たとえば、 $\lambda_{2,i-1}$ ) だけを選択している (図3(d))。選択透過された光信号34a がO/E 変換 30 部36の受光素子で電気信号に変換される。このとき、得られる信号が図3(e)に示す複数のチャンネルが多重されたSCM 多重信号である。SCM 多重信号がSCM 復調部38に供給される。SCM復調部38ではSCM 多重信号に含まれる全チャンネルについて復調処理を行ってディジタル信号を得ている。SCM 復調部38は復調した上り信号をTSW 12b に出力する。

【0056】次に下り方向の動作について説明する (図4)。下り方向の信号がTSW 12b を介してチャンネルユニット120aのSCM 変調部40に供給される。SCM 変調部40では、たとえば、n 個のチャンネル (#1~#n) の下り信号をサブキャリアとして変調するとともに、各周波数を多重化するSCM 多重を行う。SCM 多重した信号 (図4(a)) が E/O 変換部42に供給される。SCM 多重信号がE/O 変換部 42で光アナログ強度変調により下り光信号42a に変換される。このとき、変換する光の波長は  $\lambda_{2,i}$  ( $i=1 \sim 16$ ) である。

【0057】下り光信号42a が光スターカブラ32を経て光スターカブラ30に供給される。本実施例において、各チャンネルユニット20a ~20n からそれぞれ供給される光 50 波長が重複しないようにするためOSU 120a内でチャンネル

毎に異なり、かつ上り光信号の波長とも互いに異なる16波の波長が設定されている。このように計32波の波長をすべて異ならせることにより光ファイバケーブル18内で光信号が多重しても干渉することなく、上り・下り方向の光信号を伝送することができる(図4(c))。

【0058】さらに、光スターカプラ30で合波した16波の下り光信号が光スターカプラ16に供給される。光スターカプラ16では合波した下り光信号を16本に分岐する。各分岐した各下り光信号は16波波長多重された信号が供給される。この分岐のなかで、 $i$ 番目の光ファイバケーブル18を経てONU 14に下り光信号が供給される。ONU14では、供給された光信号を光スターカプラ50介して下り変調部52に供給する。下り変調部52では、TOF 520 たとえば、波長 $\lambda_{2i}$  ( $i=1\sim16$ )の一波長を選択透過する(図4(d))。これにより、WDM した光から一つの波長を分離することができる。

【0059】そして、波長 $\lambda_{2i}$ の光信号520aがO/E 変換部522 に供給される。O/E 変換部522 では受光素子により電気信号に変換される。この電気信号が図4(e)に示す下りのSCM 多重信号である。多重化された下り信号522aがSCM 復調部524a~524nにそれぞれ供給される。SCM 復調部524a~524nでは、それぞれにおいて $n$  個の信号を復調処理することになる。ユーザがSCM 復調部524a~524nの一つにチャンネルを復調する指示を出すと、所望のチャンネルを復調したチャンネル信号がインターフェース部54を介してユーザに供給される。ここで、上述したように、SCM 復調部524a~524nの一つひとつをユーザに対応させると考えると、光スターカプラの分岐数に限定されることがなく、ユーザに対するノードを従来では考えられないくらい大幅に増やすことになる。このときのチャンネル速度は数10Mb/sを確保しながら、たとえば10,000チャンネルの多重伝送が可能である。さらに、数Mb/s~10Mb/s程度のチャンネル速度であっても将来には数万チャンネル以上の伝送の可能性もある。

【0060】以上のようにシステム構成を行うと、一つのONU 14で下り方向のユーザを複数のSCM 復調部に応じて自由度の高い設定を容易に行うことができる。従来のATM-PON方式に比べてチャンネル速度および接続可能なチャンネル(すなわち、ここでのユーザ数)を大幅に上回る。これにより、加入者線多重伝送装置10は、従来に比べて1,000倍程度の同時接続可能なことが明らかになる。したがって、設備コスト面において数倍ないし数十倍になっても、1ユーザあたりのコスト負担を軽減させることができ、基盤整備の普及に大きく寄与できることは言うまでもない。また、待機時間を不要にして完全に帯域分離したSCM したチャンネルの上り・下り信号をともに供給できるので常時接続型のアクセス回線の提供も容易に行える。

【0061】そして、この光伝送システムは、たとえばCATVとの親和性も高く、現状のPDS光ファイバ設備の利

用が可能なので早期のサービス導入も可能にする。

#### 【0062】

【発明の効果】このように本発明の光伝送システムによれば、光伝送終端装置で上り方向に供給する信号を変調し、この変調信号により周波数分割多重化が行われ、多重化した信号を上り光信号を第1の光受動素子に第2の光受動素子を介して供給し、この素子において複数の光伝送終端装置から供給されるそれぞれの異なる波長の上り光信号を合波することにより波長分割多重され、光加入者終端装置に供給する。光加入者終端装置では下り方向に供給する信号を変調し、この変調信号により周波数分割多重化が行われ、多重化したそれぞれの異なる波長の信号を下り光信号を第3の光受動素子に供給して下り光信号の波長多重され、第1の光受動素子による各経路へ合波した下り光信号を分岐させて各光伝送終端装置に供給し、各装置で前述した変調による周波数多重化および波長多重化に対する逆手順として信号への分離処理・復調が行われることにより、チャンネル速度および接続可能なチャンネル数を大幅に増加させユーザー一人分の負担を軽減させることにより、新たな基盤整備の普及に大きく寄与するとともに、待機時間を不要にして完全に帯域分離したSCM したチャンネルの上り・下り信号をともに供給できるので常時接続型のアクセス回線の提供も容易に可能にし、たとえばCATVとの親和性も高く、現状のPDS 光ファイバ設備の利用が可能なので早期のサービス導入も可能にする。

【0063】また、本発明の多重伝送方法によれば、下り方向の信号供給において、各チャンネルに対応した情報としての複数の下り信号を変調してこれら下り信号を周波数分割多重化し、多重化した信号を光信号に変換してユーザ側に送る下り光信号を送出し、それぞれ互いに異なる波長の光信号を多重化し、また、上り方向の信号供給においてはユーザ側からの情報としての複数の上り信号を変調して周波数分割多重化し、この多重化した信号を光信号に変換して情報をまとめる上位側に送る上り光信号を送出し、それぞれ生成された互いに異なる波長の光信号を多重化して、上り・下りで行う周波数多重・波長多重に対する逆手順の信号処理として信号の分離・復調を行うことにより、従来に比べて上り・下り方向のチャンネル速度および接続可能なチャンネル数を大幅に増加させユーザー一人分の負担を軽減させることにより、新たな基盤整備の普及に大きく寄与するとともに、待機時間を不要にして完全に帯域分離したSCM したチャンネルの上り・下り信号をともに供給して常時接続型のアクセスを安価に提供することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の光伝送システムを適用した加入者線多重伝送装置の概略的な構成を示すブロック図である。

【図2】図1の加入者線多重伝送装置に接続する各種の装置例を示すブロック図である。

17

18

【図 3】図 1 の加入者線多重伝送装置の上り方向における信号の信号処理波形を順に示す図である。

【図 4】図 1 の加入者線多重伝送装置の下り方向における信号の信号処理波形を順に示す図である。

【符号の説明】

10 加入者線多重伝送装置

12 光加入者線終端部 (OLT)

14 光終端装置 (ONU)

16, 30, 32, 50 光スターカプラ

34, 520 TOF

36, 522 O/E 変換部

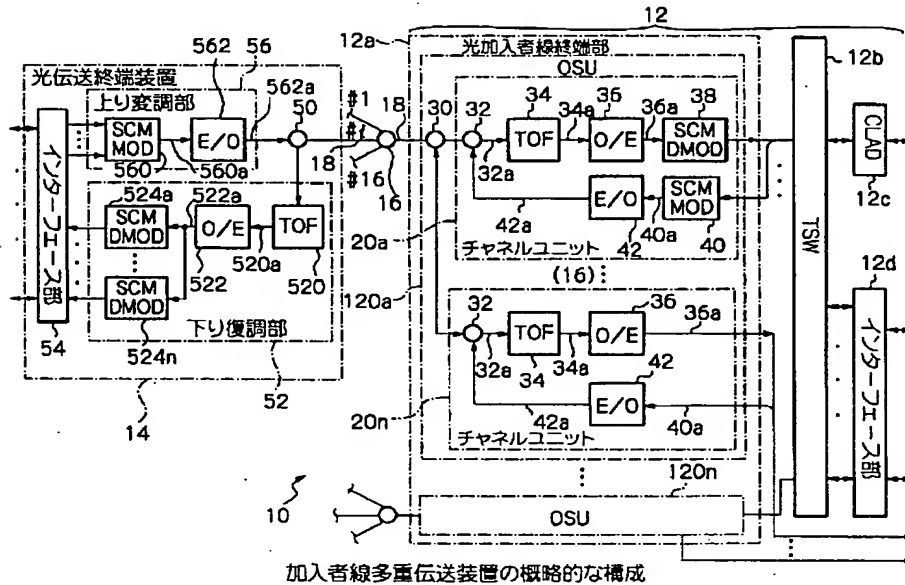
42, 562 E/O 変換部

38, 524a~524n SCM 復調部

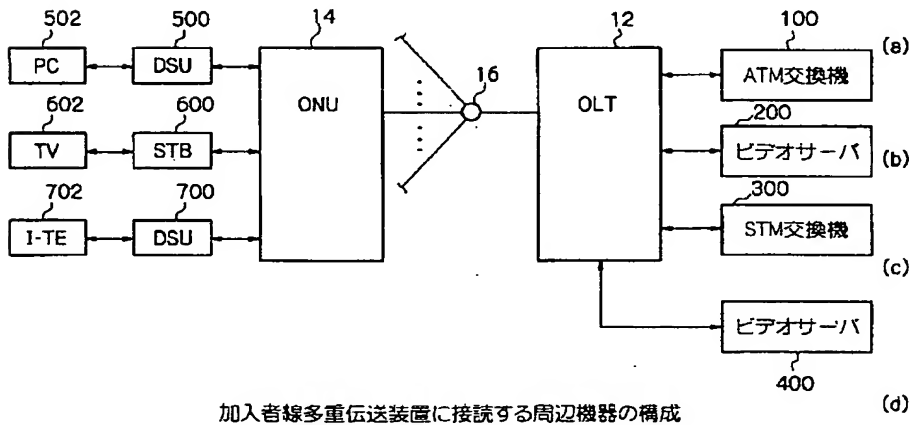
40, 560 SCM 変調部

20a ~20n チャンネルユニット

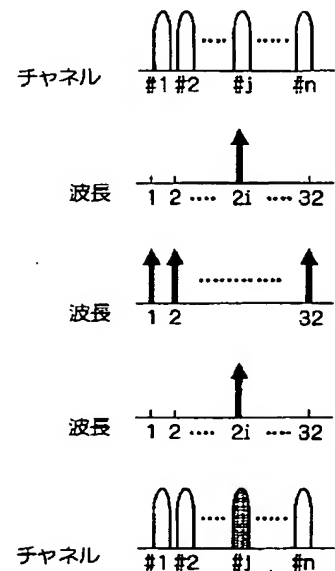
【図 1】



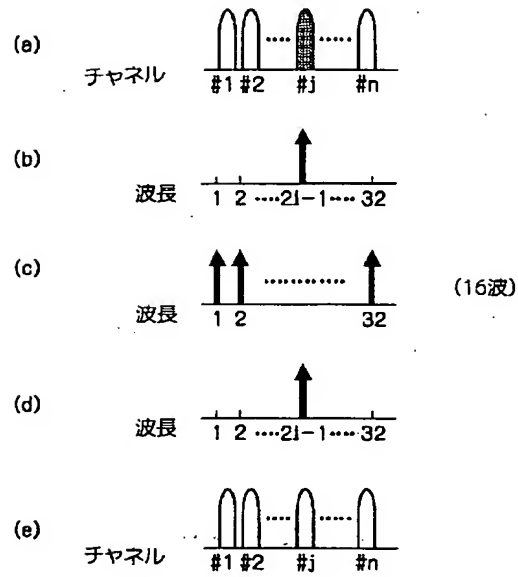
【図 2】



【図 4】



【図 3】



上り方向の信号処理波形